

PCT/KR 2004 / 002012

RO/KR 11-08.2004



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

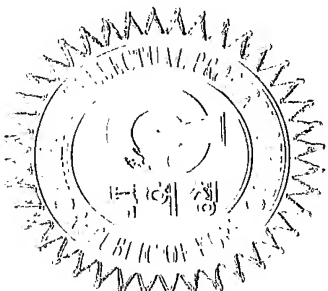
This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2003-0101388
Application Number

출원년월일 : 2003년 12월 31일
Date of Application

출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



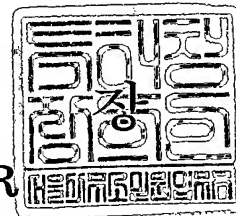
2004 년 01 월 15 일

특

허

청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.12.31
【발명의 명칭】	폐형광등 재처리 방법 및 이를 이용한 장치
【발명의 영문명칭】	Method of Recycling Fluorescent Lamp and Recycling Apparatus Using The Same
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	박영우
【대리인코드】	9-1998-000230-2
【포괄위임등록번호】	1999-030203-7
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김중현
【성명의 영문표기】	KIM, Joong Hyun
【주민등록번호】	730613-1675630
【우편번호】	449-905
【주소】	경기도 용인시 기흥읍 상갈리 489-3 305호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	장현룡
【성명의 영문표기】	JANG, Hyeon Yong
【주민등록번호】	640810-1919411
【우편번호】	447-050
【주소】	경기도 오산시 부산동 운암주공아파트 116/1104
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이상유
【성명의 영문표기】	LEE, Sang Yu
【주민등록번호】	610805-1023816

【우편번호】 449-910
【주소】 경기도 용인시 구성면 629 삼거마을 삼성래미안아파트 107-1601
【국적】 KR
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인 박영우 (인)
【수수료】
【기본출원료】 20 면 29,000 원
【가산출원료】 24 면 24,000 원
【우선권주장료】 0 건 0 원
【심사청구료】 0 항 0 원
【합계】 53,000 원
【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】

【요약】

에너지 효율이 증가되고 친환경적인 폐형광등 재처리 방법 및 이를 이용한 장치가 개시된다. 먼저, 파쇄된 형광등을 100℃ 이상 330℃ 이하의 온도로 가열하여 수은 증기를 포함하는 가스를 생성한다. 계속해서, 상기 수은 증기를 포함하는 가스를 -38℃ 내지 0℃의 온도로 냉각하여 액체 수은을 생성한다. 마지막으로, 상기 생성된 액체 수은을 수거한다. 따라서, 파쇄된 형광등을 수은의 끓는점 이하의 낮은 온도에서 가열하여, 에너지가 절약되고 장비가 경량화되며 고장이 감소한다.

【대표도】

도 1

【명세서】

【발명의 명칭】

폐형광등 재처리 방법 및 이를 이용한 장치{Method of Recycling Fluorescent Lamp and Recycling Apparatus Using The Same}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 폐형광등 재처리 장치를 나타내는 단면도이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 폐형광등 재처리 방법을 개략적으로 나타내는 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 폐형광등 재처리 방법을 보다 상세하게 나타내는 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 폐형광등 재처리 장치를 나타내는 단면도이다.

도 5는 본 발명의 제3 실시예에 따른 폐형광등 재처리 장치를 나타내는 단면도이다.

도 6은 본 발명의 제3 실시예에 따른 폐형광등 재처리 방법을 개략적으로 나타내는 흐름도이다.

도 7은 본 발명의 제3 실시예에 따른 폐형광등 재처리 방법을 보다 상세하게 나타내는 흐름도이다.

도 8은 본 발명의 제4 실시예에 따른 폐형광등 재처리 장치를 나타내는 단면도이다.

도 9는 본 발명의 제5 실시예에 따른 폐형광등 재처리 장치를 나타내는 단면도이다.

도 10은 온도에 따른 수은의 포화증기압을 나타내는 그래프이다.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 *

100a, 100b, 100c : 제1 수거용기 102a, 102b : 덮개부

104 : 공기 흡입구 104a : 조절 나사

110 : 가열기 120a, 120b, 120c : 관부

122a, 122b, 122c : 연결부 124a, 124b, 124c : 응축부

126c : 열교환부 128a, 128b, 128c : 금속망

130a, 130b, 130c : 냉각기 140a, 140b, 140c : 제2 수거용기

142 : 제3 수거용기 150 : 펌프

144, 152 : 필터 160 : 파쇄기

162 : 롤러 164 : 송풍기

170 : 열교환기

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<22> 본 발명은 폐형광등 재처리 방법 및 이를 이용한 장치에 관한 것으로 보다 상세하게는 에너지 효율이 증가되고 친환경적인 폐형광등 재처리 방법 및 이를 이용한 장치에 관한 것이다

<23> 상기 형광등이라 함은 형광 물질을 포함하는 용기 내에 배치된 수은 증기에 소정의 전압을 인가하여 광을 발생시키는 장치를 의미한다.

<24> 수은 증기를 이용한 램프는 에너지 효율이 높고 발열량이 적어서, 액정 표시 장치와 같은 평판 표시 장치에 널리 사용되고 있다. 상기 수은 증기를 이용한 램프는 조명용 형광등, 냉

음극선관 램프(Cold Cathode Fluorescent Lamp; CCFL), 내부 전극 형광 램프(Inner Electrode Fluorescent Lamp; IEFL), 외부 전극 형광 램프(External Electrode Fluorescent Lamp; EEFL), 복합 전극 형광 램프(External Inner Electrode Fluorescent Lamp; EIFL), 면광원(Flat Fluorescent Lamp; FFL) 등이 있다.

- <25> 상기 냉음극선관 램프는 형광관, 수은 증기 및 금속 전극을 포함한다. 상기 금속 전극에 고전압이 인가되면 수은 증기를 이용하여 글로우(Glow) 방전이 형성된다. 상기 글로우 방전에 의해 발생된 자외선은 상기 형광관 내에 배치된 형광체를 통과하여 가시광선으로 변환된다.
- <26> 상기 수은(Mercury; Hg)의 원자량은 200.59이고, 비중은 13.5585이며, 녹는점은 -38.87°C 이고, 끓는점은 356.58°C 이며, 밀도는 $13.6\text{g}/\text{cm}^3$ 이다. 상온에서 1m^3 의 부피를 갖는 공기 중에 25mg 정도의 수은이 기체 상태로 존재할 수 있다.
- <27> 상기 수은은 맹독성 오염물질이다. 인체가 1m^3 내에 0.1mg 정도의 수은이 포함되는 공기 중에 수년간 노출되는 경우, 신경계, 간, 신장 등이 손상된다. 일본 구마모토현 미나마타시 및 니이카타현에서는 수은중독에 의한 미나마타병에 걸린 환자가 발생하여, 333명이 사망하였다. 이란에서는 유기수은을 포함하는 농약을 도포한 밭에 의해 459명이 사망하였다. 대한민국에서는 환경정책기본법(Frame Work Act On Environmental Policy), 산업안전보건법(Industrial Safety And Health Act) 등에 의해 수은의 사용을 규제하고 있으며, 세계 보건 기구(World Health Organization; WHO)는 1ℓ의 먹는 물에 0.001mg이하의 수은이 존재하도록 규정하고 있다. 또한, 일본, 호주, 유럽 등의 국가에서는 수은을 포함하는 제품의 생산자가 수은을 수거하도록 규정하고 있다.
- <28> 상기 수은은 분별 증류를 이용하여 수거할 수 있다.

- <29> 분별 증류를 이용하여 수은을 수거하는 경우, 수은을 끓는점 이상의 고온으로 가열하기 때문에 에너지 효율이 낮으며 수거된 수은에 불순물이 포함되는 문제점이 발생한다.
- <30> 또한, 상기 고온으로 인해 고장이 잘 발생하고 수은을 수거하는 장비의 크기가 증가하는 문제점이 발생한다.
- <31> 더우기, 수은 증기를 포함하는 가스의 흐름이 난류(Turbulent Flow)인 경우 수은의 수거율이 감소하는 문제점이 발생한다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <32> 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 제1 목적은, 에너지 효율이 증가되고 친환경적인 폐형광등 재처리 방법을 제공하는데 있다.
- <33> 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 제2 목적은, 상기 폐형광등 재처리 방법을 이용한 폐형광등 재처리 장치를 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <34> 상기 제1 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따라 폐형광등을 재처리하기 위하여, 먼저 파쇄된 형광등을 100℃ 이상 330℃ 이하의 온도로 가열하여 수은 증기를 포함하는 가스를 생성한다. 계속해서, 상기 수은 증기를 포함하는 가스를 -38℃ 내지 0℃의 온도로 냉각하여 액체 수은을 생성한다. 마지막으로, 상기 생성된 액체 수은을 수거한다.
- <35> 상기 제1 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따라 폐형광등을 재처리하기 위하여, 먼저 서로 반대 방향으로 회전하는 두 개의 롤러(Roller)를 이용하여 형광등을 파쇄한다. 이어서, 상기 롤러의 하부에서 상기 파쇄된 형광등을 수거한다. 이후에, 상기 수거된 형광등을 100℃ 내지 300℃의 온도로 가열하여 수은 증기를 포함하는 가스를 생성한다. 계속해서,

상기 수은 증기를 포함하는 가스를 중력방향을 축으로 하는 나선형인 응축부로 이송한다. 이어서, 상기 응축부 내의 가스를 -20°C 내지 0°C 의 온도로 냉각하여 액체 수은을 생성한다. 이후에, 상기 액체 수은을 수거한다. 마지막으로, 상기 액체 수은이 제거된 잔류가스를 필터로 여과한다.

<36> 상기 제1 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 폐형광등을 재처리하기 위하여, 먼저 서로 반대 방향으로 회전하는 두 개의 롤러(Roller)를 이용하여 형광등을 파쇄한다. 이어서, 상기 롤러의 하부에서 상기 파쇄된 형광등을 수거한다. 이후에, 상기 수거된 형광등을 100°C 내지 300°C 의 온도로 가열하여 수은 증기를 포함하는 가스를 생성한다. 계속해서, 상기 수은 증기를 포함하는 가스를 열교환기로 이송하여 예비냉각한다. 이어서, 상기 예비냉각된 가스를 중력방향을 축으로 하는 나선형인 응축부로 이송한다. 이후에, 상기 응축부 내의 가스를 -20°C 내지 0°C 의 온도로 냉각하여 액체 수은을 생성한다. 계속해서, 상기 액체 수은을 수거한다. 이어서, 상기 액체 수은이 제거된 잔류가스를 상기 열교환기로 이송한다. 마지막으로, 상기 열교환기를 통과한 잔류가스를 필터로 여과한다.

<37> 상기 제2 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 폐형광등 재처리 장치는 제1 수거용기, 가열기, 관부, 냉각기, 제2 수거용기 및 펌프를 포함한다. 상기 제1 수거용기는 파쇄된 형광등을 수거한다. 상기 가열기는 상기 제1 수거용기에 인접하게 배치되어 상기 제1 수거용기를 가열한다. 상기 관부는 상기 제1 수거용기에 연결된 연결부 및 상기 연결부에 연결되어 중력방향을 축으로 하는 나선형인 응축부를 포함하고, 상기 제1 수거용기에서 발생된 가스를 유도한다. 상기 냉각기는 상기 응축부를 포위하여 상기 응축부 내의 가스를 냉각한다. 상기 제2 수거용기는 상기 응축부의 하부에 배치되어 액화된 수은을 수거한다. 상기 펌프는 상기 응축부에 연결되어 상기 관부 내의 가스를 흡인한다.

- <38> 따라서, 파쇄된 형광등을 수은의 끓는점 이하의 낮은 온도에서 가열하여, 에너지가 절약되고 장비가 경량화되며 고장이 감소한다. 또한, 펌프가 필터를 포함하여 액화된 수은이 제거된 잔류 가스에 포함되는 수은이 감소한다.
- <39> 더욱이, 폐형광등 재처리 장치가 응축기 및 열교환기를 포함하고 가스의 흐름이 정상류(Laminar Flow)이어서 에너지효율이 증가된다.
- <40> 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- <41> 실시예 1
- <42> 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 폐형광등 재처리 장치를 나타내는 단면도이다.
- <43> 도 1을 참조하면, 상기 폐형광등 재처리 장치는 파쇄기(Breaker, 160), 제1 수거용기(First Collection Container, 100a), 덮개부(Cover, 102a), 가열기(Heater, 110), 관부(Tubular Unit, 120a), 냉각기(Cooler, 130a), 제2 수거용기(Second Collection Container, 140a) 및 펌프(Pump, 150)를 포함한다.
- <44> 상기 파쇄기(160)는 두 개의 롤러(Roller, 162) 및 송풍기(Blower, 164)를 포함한다. 상기 롤러들(162)은 서로 반대 방향으로 회전하여 상부에서 투입되는 형광등을 파쇄한다. 상기 파쇄된 형광등은 중력에 의해 하부에 배치된 상기 제1 수거용기(100a) 내에 수거된다. 바람직하게는, 상기 롤러들(162)의 외주면 사이의 이격거리는 5cm 이하이다. 상기 롤러들(162)의 외주면 사이의 거리가 5cm보다 큰 경우, 상기 파쇄된 형광등 조각의 크기가 커져서 수은의 기화가 어렵다. 그러나 이러한 롤러들(162)의 외주면 사이의 이격 거리는 형광등의 크기에 따라 변화될 수 있다.

- <45> 상기 송풍기(164)는 상기 롤러(162)의 상부에 배치되어 상기 제1 수거용기(100a)쪽으로 공기의 흐름을 형성한다. 상기 송풍기(164)에 의해 상기 형광등의 파쇄시에 분출되는 가스 및 상기 파쇄된 형광등의 작은 조각이 상기 제1 수거용기(100a)쪽으로 유도된다.
- <46> 상기 제1 수거 용기(100a)는 상기 파쇄기(160)의 하부에 배치되어 상부 및 측벽의 일부가 개구되고 지름과 높이가 1m인 원통형의 형상(Cylindrical Shape)을 가진다. 바람직하게는, 상기 제1 수거 용기(100a)의 상부는 중앙 부분이 개구된 원추형을 포함하여 상기 파쇄된 형광등 조각의 수거가 용이하다. 상기 제1 수거 용기(100a)가 상기 지름과 높이가 1m인 원통형의 형상을 갖는 경우, 약 200개의 30cm의 길이를 갖는 냉음극선관 램프의 조각을 수용(Receive)할 수 있다. 따라서, 약 4kg정도의 파쇄된 형광등 조각을 수용할 수 있다. 이때, 상기 폐형광등 수거 장치가 다양한 크기 및 형상을 갖는 제1 수거 용기를 가질 수도 있다.
- <47> 상기 제1 수거 용기(100a)는 세라믹, 철, 스테인리스 등을 포함하여, 상기 제1 수거용기(100a)의 내벽이 형광물질(Fluorescent Material), 수은, 유리등과 반응하지 않도록 한다.
- <48> 상기 덮개부(102a)는 상기 제1 수거 용기(100a)의 상부에 배치되어 상기 제1 수거 용기(100a)의 상부 개구부를 개폐(Gate)한다. 상기 형광등을 파쇄하는 동안 상기 덮개부(102a)는 열려져 있으며, 상기 파쇄된 형광등을 가열하는 동안 상기 덮개부(102a)가 닫혀져 있어서 수은을 포함하는 가스가 상기 파쇄기(160) 쪽으로 역류(Backflow)하는 것을 방지한다. 상기 덮개부(102a)는 외부의 공기를 상기 제1 수거 용기(100a) 쪽으로 유입시키는 밸브(Valve)를 포함한다.
- <49> 상기 가열기(110)는 상기 제1 수거용기(100a)에 인접하게 배치되어 상기 제1 수거용기(100a) 및 상기 제1 수거용기(100a) 내에 배치된 상기 파쇄된 형광등을 가열한다. 예를들면, 상기 가열기(110)는 전기를 이용하는 전열기이며, 상기 제1 수거용기(100a)를 포위한다. 상기

가열기(110)는 상기 제1 수거용기(100a)를 수은의 공기 중에서의 끓는점인 356.66°C 이하의 온도로 가열한다. 상기 제1 수거용기(100a)를 356.66°C 초과와 고온으로 가열하는 경우, 고온에 의해 용기의 수명(Lifetime)이 단축되고 수은 이외의 물질이 함께 기화되는 문제점이 발생한다. 바람직하게는, 상기 가열기(110)는 상기 제1 수거용기(100a)를 100°C 내지 300°C 의 온도로 가열한다.

<50> 상기 관부(120a)는 연결부(122a) 및 응축부(124a)를 포함하여 상기 제1 수거용기(100a)에서 발생된 가스를 상기 제2 수거용기(140a) 및 상기 펌프(150) 쪽으로 유도한다.

<51> 상기 연결부(122a)는 상기 제1 수거용기(100a)의 측벽에 연결된다. 상기 응축부(124a)는 상기 연결부(122a)에 연결되고, 중력 방향을 축으로 하는 나선형이어서 액화된 수은을 중력에 의해 하부로 이동시킨다. 상기 연결부(122a)의 지름은 상기 응축부(124a)의 지름보다 크고, 바람직하게는, 두 개의 나선형 부분이 서로 평행하게 'U' 형태로 배열된다. 더욱 바람직하게는, 상기 연결부(122a)의 표면에는 복수의 요철이 배치되어 열전도도가 높다. 이때, 상기 응축부(124a)의 지름은 1mm 이하이고, 길이는 50cm 이상인 것이 바람직하다.

<52> 상기 냉각기(130a)는 상기 응축부(124a)를 포위하여 상기 응축부(124a) 내의 가스를 냉각한다. 상기 응축부(124a) 내의 가스가 냉각되면, 수은의 포화증기압이 저하되어 상기 응축부(124a) 내의 수은 증기가 액화된다. 상기 냉각기(130a)는 상기 응축부(124a)를 공기 중에서 수은의 어는점인 -38.86°C 이상 0°C 이하의 온도로 냉각한다. 상기 응축부(124a)를 -38.86°C 미만의 온도로 냉각하는 경우, 고화된 수은이 상기 응축부(124a)의 내벽에 부착되어 가스의 흐름 및 수은의 수거를 방해한다. 바람직하게는, 상기 냉각기(130a)는 상기 응축부(124a)를 -20°C 내지 0°C 의 온도로 냉각한다. 상기 제1 수거용기(100a) 및 상기 냉각기(130a)의 온도에 대응하는 포화증기압의 차이에 의해 수은이 수거된다.

- <53> 상기 제2 수거용기(140a)는 상기 응축부(124a)의 하부에 배치되어 상기 액화된 수은을 수거한다. 상기 액화된 수은은 중력에 의해 상기 응축부(124a)로부터 상기 제2 수거용기(140a)로 이동된다.
- <54> 바람직하게는, 상기 제2 수거용기(140a)에 대응하는 상기 응축부(124a)에는 금속망(128a)이 배치되어 상기 액화된 수은의 수거가 용이하다.
- <55> 상기 펌프(150)는 상기 응축부(124a)에 연결되어 상기 액화된 수은이 제거된 가스를 흡인한다. 바람직하게는, 상기 펌프(150)의 토출량(Specified Capacity)이 100 ℓ /min 이하여서 상기 가스의 흐름이 정상류(Laminar Flow)이다. 더욱 바람직하게는, 상기 펌프(150)의 토출량은 20 ℓ /min이다. 이때, 상기 펌프(150)는 로타리(Rotary) 펌프를 포함할 수 있다.
- <56> 상기 펌프(150)는 흡인되는 가스를 정화하는 필터(152)를 포함한다. 상기 필터(152)는 활성탄, 먼필터 등을 포함한다.
- <57> 상기 펌프(150)가 작동되면, 외부 공기가 상기 덮개부(102a)와 상기 제1 수거 용기(100a)의 상부 개구부 사이의 공간으로 유입되어, 상기 제1 수거용기(100a), 상기 관부(120a) 및 상기 펌프(150)를 통과한다. 상기 펌프(150)는 상기 외부 공기가 상기 제1 수거용기(100a) 내에서 충분히 가열될 수 있도록 느린 속도로 가동된다.
- <58> 상기 흡인된 가스는 상기 필터(152)를 통하여 외부로 배출된다.
- <59> 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 폐형광등 재처리 방법을 개략적으로 나타내는 흐름도이다.

- <60> 도 2를 참조하면, 먼저 상기 파쇄된 형광등을 100℃ 이상 330℃ 이하의 온도로 가열하여 수은 증기를 포함하는 가스를 생성한다.(Step 100) 이때, 상기 파쇄된 형광등은 수은의 끓는점 이하의 온도에서 가열한다.
- <61> 이어서, 상기 수은 증기를 포함하는 가스를 상기 파쇄된 형광등으로부터 소정의 거리만큼 이격된 위치로 이송한다.(Step 102) 바람직하게는, 상기 가스는 금속관을 통해서 이송된다.
- <62> 계속해서, 상기 이송된 가스를 -38℃ 내지 0℃의 온도로 냉각하여 액체 수은을 생성한다.(Step 104) 이때, 상기 이송된 가스는 수은의 어는점 이상의 온도에서 냉각한다.
- <63> 마지막으로, 상기 생성된 액체 수은을 수거한다.(Step 106)
- <64> 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 폐형광등 재처리 방법을 보다 상세하게 나타내는 흐름도이다.
- <65> 도 3을 참조하면, 먼저 서로 반대 방향으로 회전하는 상기 두 개의 롤러(Roller, 162)를 이용하여 상기 형광등을 파쇄한다.(Step 200) 상기 롤러(162)는 상기 형광등의 표면과 상기 롤러(162)의 외주면 사이의 마찰력에 의해 상기 형광등에 압축응력(Compression Stress)을 가하여 상기 롤러들(162)의 사이에 배치된 형광등을 파쇄한다. 상기 형광등을 파쇄하는 동안 상기 롤러(162)의 상부에 배치된 상기 송풍기(164)를 이용하여 상기 형광등의 파쇄시에 발생하는 가스 및 상기 파쇄된 형광등을 상기 제1 수거용기(100a) 쪽으로 유도한다.
- <66> 이어서, 상기 롤러(162)의 하부에 배치된 상기 제1 수거용기(100a)를 이용하여 상기 파쇄된 형광등을 수거한다.(Step 202) 상기 파쇄된 형광등은 중력에 의해 상기 제1 수거용기(100a) 내에 쌓인다.

- <67> 이후에, 상기 덮개부(102a)를 닫아서 상기 수은을 포함하는 가스가 상기 파쇄기(160) 쪽으로 역류(Backflow)하는 것을 방지한다. 상기 덮개부(102a)는 밸브를 포함하여 외부의 공기가 상기 제1 수거용기(100a)의 내부로 유입될 수 있다.
- <68> 이후에, 상기 수거된 형광등을 100℃ 내지 300℃의 온도로 가열하여 수은 증기를 포함하는 가스를 생성한다.(Step 204) 이때, 상기 파쇄된 형광등은 수은의 끓는점 이하의 온도에서 가열한다. 상기 파쇄된 형광등을 수은의 끓는점 이상에서 가열하는 경우, 상기 제1 수거용기(100a)의 내벽과 상기 제1 수거용기(100a)내의 가스가 반응하여 상기 제1 수거용기(100a)의 내벽이 오염되고 수은 이외의 물질이 함께 기화되는 문제점이 발생한다.
- <69> 계속해서, 상기 제1 수거용기(100a) 내의 온도를 100℃ 내지 300℃의 온도로 유지하면서, 상기 펌프(150)를 구동하여 상기 수은 증기를 포함하는 가스를 상기 연결부(122a) 내로 유도한다. 이때, 상기 덮개부(102a)와 상기 제1 수거용기(100a) 사이의 틈으로 외부공기가 유입되어 상기 제1 수거용기(100a) 내의 압력을 일정하게 유지한다. 바람직하게는, 상기 펌프(150)를 한시간 이상 구동하여 상기 형광등 내의 수은이 충분히 제거될 수 있도록 한다.
- <70> 이어서, 상기 연결부(122a) 내의 가스를 상기 응축부(124a) 내로 유도한다.(Step 206) 상기 응축부(124a)는 외부와의 접촉면적을 늘리기 위해, 상기 연결부(122a) 보다 작은 직경을 가지며 중력방향을 축으로 하는 나선형이다.
- <71> 이후에, 상기 응축부(124a) 내의 가스를 -20℃ 내지 0℃의 온도로 냉각하여 액체 수은을 생성한다.(Step 208) 상기 액체 수은은 중력에 의해 상기 연결부(124a)의 하부로 이동하여 상기 응축부(124a)의 하부에 배치된 제2 수거용기(140a) 내에 수거된다. 상기 응축부(124a)의 상기 제2 수거용기(140a)에 대응하는 부분에는 상기 금속망(128a)이 배치되어 상기 액체 수은을 상기 제2 수거용기(140a) 쪽으로 유도한다.

- <72> 계속해서, 상기 액체 수은을 상기 제2 수거용기(140a) 내에 수거한다.(Step 210)
- <73> 마지막으로, 상기 액체 수은이 제거된 잔류가스를 상기 펌프(150) 내의 상기 필터(152)로 여과한다.
- <74> 따라서, 상기 파쇄된 형광등을 수은의 끓는점 이하의 낮은 온도에서 가열하고 상기 폐형광등 재처리 장치가 상기 응축기(124a)를 포함하여 에너지 효율이 증가한다. 또한, 상기 펌프(150)가 상기 필터(152)를 포함하여 상기 액화된 수은이 제거된 잔류 가스에 포함되는 수은이 감소한다.
- <75> 실시예 2
- <76> 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 폐형광등 재처리 장치를 나타내는 단면도이다.
- <77> 본 실시예에서 응축부, 제2 수거용기를 제외한 나머지 구성 요소들은 실시예 1과 동일하므로 중복된 부분에 대해서는 상세한 설명을 생략한다.
- <78> 도 4를 참조하면, 상기 폐형광등 재처리 장치는 파쇄기(Breaker, 160), 제1 수거용기(First Collection Container, 100a), 덮개부(Cover, 102a), 가열기(Heater, 110), 관부(Tubular Unit, 120b), 냉각기(Cooler, 130b), 두 개의 제2 수거용기(Second Collection Container, 140b) 및 펌프(Pump, 150)를 포함한다.
- <79> 상기 관부(120b)는 연결부(122b) 및 응축부(124b)를 포함하여 상기 제1 수거용기(100a)에서 발생된 가스를 상기 제2 수거용기들(140b) 및 상기 펌프(150) 쪽으로 유도한다.
- <80> 상기 연결부(122b)는 상기 제1 수거용기(100a)의 측벽에 연결된다. 상기 응축부(124b)는 상기 연결부(122b)에 연결되고, 중력 방향을 축으로 하는 나선형이어서 액화된 수은을 중력에 의해 하부로 이동시킨다. 상기 응축부(124b)는 네 개의 나선형 부분이 서로 평행하게 'W' 형태

로 배열된다. 이때, 상기 응축부(124b)의 지름은 1mm이하이고, 길이는 1m이상인 것이 바람직하다.

<81> 상기 냉각기(130b)는 상기 응축부(124b)를 포위하여 상기 응축부(124b) 내의 가스를 냉각한다.

<82> 상기 제2 수거용기들(140b)은 상기 응축부(124b)의 하부에 각각 배치되어 상기 액화된 수은을 수거한다. 상기 액화된 수은은 중력에 의해 상기 응축부(124b)로부터 상기 제2 수거용기들(140b)로 이동된다.

<83> 바람직하게는, 상기 제2 수거용기들(140b)에 대응하는 상기 응축부(124b)에는 두 개의 금속망(128b)이 배치되어 상기 액화된 수은이 두 번에 걸쳐서 수거된다.

<84> 따라서, 상기 응축부(124b)의 길이가 증가하고, 상기 폐형광등 수거 장치가 두 개의 상기 제2 수거용기(140b)를 포함하여 상기 수은의 수거율이 향상된다.

<85> 실시예 3

<86> 도 5는 본 발명의 제3 실시예에 따른 폐형광등 재처리 장치를 나타내는 단면도이다.

<87> 본 실시예에서 열교환기를 제외한 나머지 구성 요소들은 실시예 1과 동일하므로 중복된 부분에 대해서는 상세한 설명을 생략한다.

<88> 도 5를 참조하면, 상기 폐형광등 재처리 장치는 파쇄기(Breaker, 160), 제1 수거용기(First Collection Container, 100a), 덮개부(Cover, 102a), 가열기(Heater, 110), 관부(Tubular Unit, 120c), 냉각기(Cooler, 130c), 제2 수거용기(Second Collection Container, 140c) 및 펌프(Pump, 150)를 포함한다.

- <89> 상기 관부(120c)는 연결부(122c), 응축부(124c) 및 열교환부(126c)를 포함하여 상기 제1 수거용기(100a)에서 발생된 가스를 상기 제2 수거용기(140c) 및 상기 펌프(150) 쪽으로 유도한다.
- <90> 상기 연결부(122c)는 상기 제1 수거용기(100a)의 측벽에 연결되어 상기 펌프(150)의 흡인에 의해 상기 제1 수거용기(100a) 내의 가스를 상기 응축부(124c) 쪽으로 이송한다.
- <91> 상기 응축부(124c)는 상기 연결부(122c)에 연결되고, 중력 방향을 축으로 하는 나선형이어서 액화된 수은을 중력에 의해 하부로 이동시킨다.
- <92> 상기 열교환부(126c)는 상기 응축부(124c) 및 상기 펌프(150)의 사이에 상기 연결부(122c)와 인접하게 배치되어 상기 연결부(122c) 내의 가스를 예비냉각(Pre-Cooling)한다.
- <93> 상기 이송부(122c)와 상기 열교환부(126c)는 열교환기(170)를 구성한다.
- <94> 상기 냉각기(130c)는 상기 응축부(124c)를 포위하여 상기 응축부(124c) 내의 가스를 냉각한다. 상기 응축부(124c) 내의 가스가 냉각되면, 수은의 포화증기압이 저하되어 상기 응축부(124c) 내의 수은 증기가 액화된다.
- <95> 상기 제2 수거용기(140c)는 상기 응축부(124c)의 하부에 배치되어 상기 액화된 수은을 수거한다.
- <96> 바람직하게는, 상기 제2 수거용기(140c)에 대응하는 상기 응축부(124c)에는 금속망(128c)이 배치되어 상기 액화된 수은의 수거가 용이하다.
- <97> 도 6은 본 발명의 제3 실시예에 따른 폐형광등 재처리 방법을 개략적으로 나타내는 흐름도이다.

- <98> 도 6을 참조하면, 먼저 상기 파쇄된 형광등을 100℃ 이상 330℃ 이하의 온도로 가열하여 수은 증기를 포함하는 가스를 생성한다.(Step 300) 이때, 상기 파쇄된 형광등은 수은의 끓는 점 이하의 온도에서 가열한다.
- <99> 이어서, 상기 수은 증기를 포함하는 가스를 상기 파쇄된 형광등으로부터 소정의 거리만큼 이격된 위치로 이송하면서 냉각된 가스를 이용하여 예비냉각한다.(Step 302)
- <100> 계속해서, 상기 이송된 가스를 -38℃ 내지 0℃의 온도로 냉각하여 액체 수은을 생성한다.(Step 304)
- <101> 이후에, 상기 액체 수은을 수거한다.(Step 306)
- <102> 마지막으로, 상기 예비냉각을 위하여, 상기 액체 수은이 제거된 냉각된 가스를 상기 수은 증기를 포함하는 가스가 있는 쪽으로 이동시킨다.
- <103> 도 7은 본 발명의 제3 실시예에 따른 폐형광등 재처리 방법을 보다 상세하게 나타내는 흐름도이다.
- <104> 도 7을 참조하면, 먼저 서로 반대 방향으로 회전하는 상기 두 개의 롤러(Roller, 162)를 이용하여 상기 형광등을 파쇄한다.(Step 400)
- <105> 이어서, 상기 롤러(162)의 하부에 배치된 상기 제1 수거용기(100a)를 이용하여 상기 파쇄된 형광등을 수거한다.(Step 402)
- <106> 이후에, 상기 수거된 형광등을 100℃ 내지 300℃의 온도로 가열하여 수은 증기를 포함하는 가스를 생성한다.(Step 404)

- <107> 계속해서, 상기 제1 수거용기(100a) 내의 온도가 100℃ 내지 300℃의 온도로 유지하면서, 상기 펌프(150)를 구동하여 상기 수은 증기를 포함하는 가스를 상기 열교환기(170)의 상기 연결부(122c) 내로 유도하고 예비냉각한다.(Step 406)
- <108> 이어서, 상기 연결부(122c) 내의 가스를 상기 응축부(124c) 내로 이송하고 -20℃ 내지 0℃의 온도로 냉각하여 액체 수은을 생성한다.(Step 408)
- <109> 계속해서, 상기 액체 수은을 상기 제2 수거용기(140c) 내에 수거한다.(Step 410)
- <110> 이후에, 상기 액체 수은이 제거된 잔류가스를 상기 열교환기(170)의 상기 열교환부(126c)로 이송한다.(Step 412)
- <111> 마지막으로, 상기 액체 수은이 제거된 잔류가스를 상기 펌프(150) 내의 상기 필터(152)로 여과한다.(Step 414)
- <112> 따라서, 상기 폐형광등 재처리 장치가 상기 열교환기(170)를 포함하여 에너지효율이 증가된다.

<113> 실시예 4

- <114> 도 8은 본 발명의 제4 실시예에 따른 폐형광등 재처리 장치를 나타내는 단면도이다.
- <115> 본 실시예에서 제1 수거용기, 공기 흡입구 및 덮개부를 제외한 나머지 구성 요소들은 실시예 1과 동일하므로 중복된 부분에 대해서는 상세한 설명을 생략한다.
- <116> 도 8을 참조하면, 상기 폐형광등 재처리 장치는 파쇄기(Breaker, 160), 제1 수거용기(First Collection Container, 100b), 덮개부(Cover, 102b), 가열기(Heater, 110), 관부(Tubular Unit, 120a), 냉각기(Cooler, 130a), 제2 수거용기(Second Collection Container, 140a) 및 펌프(Pump, 150)를 포함한다.

- <117> 상기 제1 수거 용기(100b)는 상기 파쇄기(160)의 하부에 배치되어 상부 및 측벽의 일부가 개구된 원통형의 형상(Cylindrical Shape)을 가진다.
- <118> 상기 연결부(122a)는 상기 제1 수거용기(100b)의 측벽에 연결된다. 상기 연결부(122a)와 마주보는 상기 제1 수거용기(100b)의 측벽에는 외부공기가 유입되는 공기 흡입구(104)가 배치된다. 바람직하게는, 상기 공기 흡입구(104)는 조절 나사(Needle Valve, 104a)를 포함한다. 상기 조절 나사(104a)는 상기 공기 흡입구(104)를 통과하는 외부공기의 양을 조절한다.
- <119> 상기 공기 흡입구(104)에 의해 상기 펌프(150)가 가동되는 동안 상기 제1 수거용기(100b) 내의 압력이 일정하게 유지된다.
- <120> 상기 덮개부(102b)는 상기 제1 수거 용기(100b)의 상부에 배치되어 상기 제1 수거 용기(100b)의 상부 개구부를 개폐(Gate)한다. 상기 형광등을 파쇄하는 동안 상기 덮개부(102b)는 열려져 있으며, 상기 파쇄된 형광등을 가열하는 동안 상기 덮개부(102b)가 닫혀져 있어서 수은을 포함하는 가스가 상기 파쇄기(160) 쪽으로 역류(Backflow)하는 것을 방지한다. 상기 덮개부(102b)가 닫히는 경우, 상기 덮개부(102b)는 상기 제1 수거용기(100b)의 상부 개구부를 밀봉한다.
- <121> 상기 펌프(150)는 상기 응축부(124a)에 연결되어 상기 액화된 수은이 제거된 가스를 흡인한다.
- <122> 상기 펌프(150)가 작동되면, 외부 공기가 상기 공기 흡입구(104)로 유입되어, 상기 제1 수거용기(100b), 상기 관부(120a) 및 상기 펌프(150)를 통과한다. 이때, 상기 공기 흡입구(104)와 상기 연결부(122a) 사이의 거리가 상기 상부 개구부와 상기 연결부(122a) 사이의 거리보다 멀어서, 상기 흡입된 공기가 상기 제1 수거용기(100b)내에서 머무는 시간이 증가한다.

- <123> 상기 흡인된 가스는 상기 필터(152)를 통하여 외부로 배출된다.
- <124> 따라서, 외부에서 유입되는 공기가 상기 제1 수거용기(100b)내에서 충분히 가열되어 수
은의 수거율이 향상된다.
- <125> 실시예 5
- <126> 도 9는 본 발명의 제5 실시예에 따른 폐형광등 재처리 장치를 나타내는 단면도이다.
- <127> 본 실시예에서 제3 수거용기를 제외한 나머지 구성 요소들은 실시예 1과 동일하므로 중
복된 부분에 대해서는 상세한 설명을 생략한다.
- <128> 도 9를 참조하면, 상기 폐형광등 재처리 장치는 파쇄기(Breaker, 160), 제1 수거용기
(First Collection Container, 100c), 덮개부(Cover, 102a), 가열기(Heater, 110), 관부
(Tubular Unit, 120a), 냉각기(Cooler, 130a), 제2 수거용기(Second Collection Container,
140a), 제3 수거용기(Third Collection Container, 142) 및 펌프(Pump, 150)를 포함한다.
- <129> 상기 제1 수거 용기(100c)는 상기 파쇄기(160)의 하부에 배치되어 상부 및 측벽의 일부
가 개구된 원통형의 형상(Cylindrical Shape)을 가진다. 바람직하게는, 상기 제1 수거 용기
(100c)의 상부 및 하부는 중앙 부분이 개구된 원추형을 포함하여 상기 파쇄된 형광등 조각 및
액화된 수은의 수거가 용이하다. 이때, 상기 제1 수거용기(100c)의 상부 개구부의 크기는 하부
개구부의 크기보다 크다.
- <130> 상기 제1 수거용기(100c)의 하부에는 상기 제3 수거용기(142)가 배치된다. 상기 제1 수
거용기(100c)와 상기 제3 수거용기(142)의 사이에는 필터(144)가 배치되어 파쇄된 형광등이 상
기 제3 수거용기(142)로 이동하는 것을 방지한다.

<131> 상기 가열기(110)가 상기 제1 수거용기(100c)를 가열하는 경우, 일부 수은은 기화되어 상기 관부(120a) 쪽으로 이동하고 일부 수은은 액화되어 상기 제1 수거용기(100c)의 하부면을 따라서 상기 제3 수거용기(142) 쪽으로 이동한다.

<132> 따라서, 상기 폐형광등 재처리 장치가 상기 제3 수거용기(142)를 포함하여 상기 제1 수거용기(100c)를 가열하는 동안 상기 제1 수거용기(100c) 내에 발생하는 액화된 수은을 수거한다.

<133> 실시예 1

<134> 본 실시예에서의 구성 요소들은 실시예 1과 동일하므로 중복된 부분에 대해서는 상세한 설명을 생략한다.

<135> 제1 수거용기(100a)는 지름과 높이가 1m인 원통형의 형상(Cylindrical Shape)을 가졌다. 파쇄기(160)로 30cm 길이의 냉음극선관 램프(Cold Cathode Fluorescent Lamp; CCFL) 200개를 파쇄하였다. 상기 파쇄기(160)의 롤러들(162) 사이의 거리는 5mm이었다. 상기 제1 수거용기(100a) 내에는 4kg의 파쇄된 형광등을 수용하였다. 상기 파쇄된 형광등은 금속 부분을 포함하였다.

<136> 상기 제1 수거용기(100a)의 상부에 배치된 덮개부(102a)를 닫고 상기 가열기(110)를 이용하여 상기 제1 수거용기(100a)를 200℃로 가열하며 냉각기(130a)를 이용하여 응축부(124a)를 -10℃로 냉각하면서, 펌프(150)를 20 l /min의 토출량으로 한시간 동안 작동시켰다.

<137> 상기 제2 수거용기(140a)내에 436mg의 수은이 수거되었다. 하나의 상기 냉음극선관 램프는 2.5mg의 수은을 포함하므로, 200개의 램프는 500mg의 수은을 포함한다. 따라서, 87%의 수은이 수거되었다.

<138> 실험예 2

<139> 본 실시예에서 제1 수거용기를 제외한 나머지 구성 요소들은 실시예 1과 동일하므로 중복된 부분에 대해서는 상세한 설명을 생략한다.

<140> 제1 수거용기는 지름과 높이가 2.5m인 원통형의 형상(Cylindrical Shape)을 가졌다. 파쇄기로 30cm 길이의 냉음극선관 램프(Cold Cathode Fluorescent Lamp; CCFL) 3000개를 파쇄하였다. 상기 파쇄기의 롤러들 사이의 거리는 5mm이었다. 상기 제1 수거용기 내에는 60kg의 파쇄된 형광등을 수용하였다.

<141> 상기 제1 수거용기의 상부에 배치된 덮개부를 닫고 상기 가열기를 이용하여 상기 제1 수거용기를 250℃로 가열하며 냉각기를 이용하여 응축부를 -10℃로 냉각하면서, 펌프를 20 l/min의 토출량으로 두시간 동안 작동시켰다.

<142> 상기 제2 수거용기 내에 6.7g의 수은이 수거되었다. 하나의 상기 냉음극선관 램프는 2.5mg의 수은을 포함하므로, 3000개의 램프는 7.5g의 수은을 포함한다. 따라서, 89%의 수은이 수거되었다.

<143> 실험예 3

<144> 본 실시예에서 제1 수거용기를 제외한 나머지 구성 요소들은 실시예 1과 동일하므로 중복된 부분에 대해서는 상세한 설명을 생략한다.

<145> 제1 수거용기는 지름과 높이가 4m인 원통형의 형상(Cylindrical Shape)을 가졌다. 파쇄기로 30cm 길이의 냉음극선관 램프(Cold Cathode Fluorescent Lamp; CCFL) 12,000개를 파쇄하였다. 상기 파쇄기의 롤러들 사이의 거리는 5mm이었다. 상기 제1 수거용기 내에는 240kg의 파쇄된 형광등을 수용하였다.

<146> 상기 제1 수거용기의 상부에 배치된 덮개부를 닫고 상기 가열기를 이용하여 상기 제1 수거용기를 300℃로 가열하며 냉각기를 이용하여 응축부를 -10℃로 냉각하면서, 펌프를 20 l/min의 토출량으로 세시간 동안 작동시켰다.

<147> 상기 제2 수거용기 내에 27.1g의 수은이 수거되었다. 하나의 상기 냉음극선관 램프는 2.5mg의 수은을 포함하므로, 12,000개의 램프는 30g의 수은을 포함한다. 따라서, 90%의 수은이 수거되었다.

<148> 이론적인 배경

<149> 이론에 의해 본 발명의 범위를 제한하는 것은 아니지만, 포화증기압을 이용하여 본 발명을 설명할 수도 있다.

<150> 상기 포화증기압이란 물질이 소정의 온도 및 부피에서 기체상태로 존재할 수 있는 최대량이다. 상기 포화증기압은 온도가 증가할수록 증가한다. 끓는점 이상의 온도에서는 모든 물질이 기체상태로 존재하여 포화증기압이 무한한 값을 갖는다.

<151> 수은은 상온에서 액체상태로 존재할 수 있는 금속으로 일부가 기체 상태로 존재한다.

<152> 도 10은 온도에 따른 수은의 포화증기압을 나타내는 그래프이고, 표 1은 온도에 따른 수은의 포화증기압을 나타낸다.

<153> 【표 1】

온도	16	25	46	80	125	200	250	260	300	330
포화증기압 (Torr)	0.001	0.00185	0.01	0.1	1	13	70	100	220	400

<154> 도 10을 참조하면, 수은의 포화증기압은 200℃, 250℃ 및 300℃에서 각각 13Torr, 70Torr 및 220Torr이다. 이때 1Torr은 1mmHg의 압력이다. 온도가 0℃ 이하인 경우 수은의 포화증기압이

측정치 이하의 작은 값을 나타냈다(Insignificant). 온도가 수은의 끓는점인 356.66°C 이하의 온도에서는 액체 상태 및 기체 상태가 공존한다. 온도가 상기 수은의 끓는점보다 높은 경우, 온도에 상관없이 모든 수은이 기체 상태로 존재하기 때문에 기체 상태로 존재하는 수은의 양은 동일하다. 또한, 온도가 상기 수은의 끓는점보다 낮은 경우라도, 많은 양의 수은이 기체 상태로 존재한다. 예를 들어, 온도가 125°C 인 경우 수은의 포화 수증기압이 1Torr이므로 1m^3 내에 약 8g의 수은이 기체 상태로 존재할 수 있다.

<155> 상기 포화증기압은 열역학적인 평형상태이므로 상기 온도에서 긴 시간이 경과하면 수은은 상기 포화증기압에 도달한다. 이후에, 상기 수은의 온도가 감소하면 감소된 온도의 포화증기압에 해당하는 수은을 제외한 나머지는 액화된다.

<156> 예를 들어 260°C 에서는 1m^3 내에 10g의 수은이 포함되는 경우, 상기 수은은 포화증기압보다 훨씬 작아서 모두 기체상태로 존재한다. 그러나, 온도가 감소하여 -10°C 가 되면 거의 모든 수은이 액체 상태로 변화된다.

<157> 본 발명에서는 제1 수거용기내의 온도를 고온으로 유지시키면서 기체 상태의 수은을 지속적으로 응축기로 이송시킨다. 따라서, 상기 제1 수거용기내의 수은의 증기압은 포화증기압보다 낮은 상태로 유지되어 파쇄된 형광등의 표면에 배치된 수은이 지속적으로 기화된다.

<158> 상기 응축기내로 이송된 수은의 온도는 -10°C 이며 -10°C 에서의 수은의 포화증기압은 측정이 어려울 정도로 낮으므로 상기 수은은 액화되어 제2 수거용기내로 수용된다.

【발명의 효과】

<159> 상기와 같은 본 발명에 따르면, 파쇄된 형광등을 수은의 끓는점 이하의 낮은 온도에서 가열하여, 에너지가 절약되고 장비가 경량화되며 고장이 감소한다. 또한, 펌프가 필터를 포함하여 액화된 수은이 제거된 잔류 가스에 포함되는 수은이 감소한다.

<160> 더욱이, 폐형광등 재처리 장치가 응축기 및 열교환기를 포함하고 가스의 흐름이 정상류(Laminar Flow)이어서 에너지효율이 증가된다.

<161> 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

파쇄된 형광등을 100℃ 이상 330℃ 이하의 온도로 가열하여 수은 증기를 포함하는 가스를 생성하는 단계;

상기 수은 증기를 포함하는 가스를 -38℃ 내지 0℃의 온도로 냉각하여 액체 수은을 생성하는 단계; 및

상기 생성된 액체 수은을 수거하는 단계를 포함하는 폐형광등 재처리 방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 수은 증기를 포함하는 가스를 생성하는 단계 이전에 형광등을 파쇄하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 방법.

【청구항 3】

제2항에 있어서, 상기 형광등을 5cm이하의 크기로 파쇄하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 방법.

【청구항 4】

제2항에 있어서, 상기 형광등의 파쇄시에 분출되는 가스 및 상기 파쇄된 형광등을 송풍기를 이용하여 소정의 방향으로 유도하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 방법.

【청구항 5】

제1항에 있어서, 상기 수은 증기를 포함하는 가스를 상기 파쇄된 형광등으로부터 소정의 거리만큼 이격된 위치로 이송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 방법.

【청구항 6】

제5항에 있어서, 상기 수은 증기를 포함하는 가스를 이송하는 단계는, 상기 액체 수은이 제거된 냉각된 가스를 이용하여 상기 수은 증기를 포함하는 가스를 예비냉각하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 방법.

【청구항 7】

제5항에 있어서, 상기 이송하는 가스는 정상류(Laminar Flow)인 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 방법.

【청구항 8】

제1항에 있어서, 상기 액체 수은이 제거된 가스를 필터를 통하여 정화하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 방법.

【청구항 9】

서로 반대 방향으로 회전하는 두 개의 롤러(Roller)를 이용하여 형광등을 파쇄하는 단계;

상기 롤러의 하부에서 상기 파쇄된 형광등을 수거하는 단계;

상기 수거된 형광등을 100℃ 내지 300℃의 온도로 가열하여 수은 증기를 포함하는 가스를 생성하는 단계;

상기 수은 증기를 포함하는 가스를 중력방향을 축으로 하는 나선형인 응축부로 이송하는 단계;

상기 응축부 내의 가스를 -20°C 내지 0°C 의 온도로 냉각하여 액체 수은을 생성하는 단계;

상기 액체 수은을 수거하는 단계; 및

상기 액체 수은이 제거된 잔류가스를 필터로 여과하는 단계를 포함하는 폐형광등 재처리 방법.

【청구항 10】

서로 반대 방향으로 회전하는 두 개의 롤러(Roller)를 이용하여 형광등을 파쇄하는 단계;

상기 롤러의 하부에서 상기 파쇄된 형광등을 수거하는 단계;

상기 수거된 형광등을 100°C 내지 300°C 의 온도로 가열하여 수은 증기를 포함하는 가스를 생성하는 단계;

상기 수은 증기를 포함하는 가스를 열교환기로 이송하여 예비냉각하는 단계;

상기 예비냉각된 가스를 중력방향을 축으로 하는 나선형인 응축부로 이송하는 단계;

상기 응축부 내의 가스를 -20°C 내지 0°C 의 온도로 냉각하여 액체 수은을 생성하는 단계;

상기 액체 수은을 수거하는 단계;

상기 액체 수은이 제거된 잔류가스를 상기 열교환기로 이송하는 단계; 및
상기 열교환기를 통과한 잔류가스를 필터로 여과하는 단계를 포함하는 폐형광등 재처리
방법.

【청구항 11】

파쇄된 형광등을 수거하는 제1 수거용기;
상기 제1 수거용기에 인접하게 배치되어 상기 제1 수거용기를 가열하는 가열기;
상기 제1 수거용기에 연결된 연결부 및 상기 연결부에 연결되어 중력방향을 축으로 하는
나선형인 응축부를 포함하고, 상기 제1 수거용기에서 발생된 가스를 유도하는 관부;
상기 응축부를 포위하여 상기 응축부 내의 가스를 냉각하는 냉각기;
상기 응축부의 하부에 배치되어 액화된 수은을 수거하는 제2 수거용기; 및
상기 응축부에 연결되어 상기 관부 내의 가스를 흡인하는 펌프를 포함하는 폐형광등 재
처리 장치.

【청구항 12】

제11항에 있어서, 상기 제1 수거용기의 상부에 배치되어 형광등을 파쇄하는 파쇄기를 더
포함하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 장치.

【청구항 13】

제12항에 있어서, 상기 파쇄기는 서로 반대 방향으로 회전하는 두 개의 롤러(Roller)를
포함하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 장치.

【청구항 14】

제13항에 있어서, 상기 롤러들의 외주면 사이의 거리는 5cm이하인 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 장치.

【청구항 15】

제12항에 있어서, 상기 파쇄기는 상기 형광등의 파쇄시에 분출되는 가스 및 상기 파쇄된 형광등을 상기 제1 수거용기쪽으로 유도하는 송풍기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 장치.

【청구항 16】

제11항에 있어서, 상기 제1 수거용기의 상부에 배치되어 상기 제1 수거용기를 개폐하는 덮개부(Cover)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 장치.

【청구항 17】

제16항에 있어서, 상기 덮개부가 닫히는 경우 상기 덮개부는 상기 제1 수거용기의 상부 개구부를 밀폐하고, 상기 제1 수거용기는 상기 연결부와 마주보게 배치되는 공기 흡입구를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 장치.

【청구항 18】

제17항에 있어서, 상기 공기 흡입구는 흡입되는 외부 공기의 양을 조절하는 조절 나사(Needle Valve)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 장치.

【청구항 19】

제11항에 있어서, 상기 제1 수거용기의 하부에 배치되어 액화된 수은을 수거하는 제3 수거용기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 장치.

【청구항 20】

제11항에 있어서, 상기 가열기는 전기를 이용하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 장치.

【청구항 21】

제11항에 있어서, 상기 가열기는 상기 제1 수거용기를 100℃ 내지 300℃로 가열하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 장치.

【청구항 22】

제11항에 있어서, 상기 연결부의 지름이 상기 응축부의 지름보다 큰 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 장치.

【청구항 23】

제11항에 있어서, 상기 응축부는 두 개의 나선형부분이 'U' 형태로 배열되는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 장치.

【청구항 24】

제11항에 있어서, 상기 응축부는 네 개의 나선형부분이 'W' 형태로 배열되고, 상기 폐형광등 재처리 장치는 상기 응축부의 하부에 배치된 두 개의 제2 수거용기를 포함하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 장치.

【청구항 25】

제11항에 있어서, 상기 응축부는 2n개의 나선형부분이 나란히 배열되고, 상기 폐형광등 재처리 장치는 상기 응축부의 하부에 배치된 n개의 제2 수거용기를 포함하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 장치.

【청구항 26】

제11항에 있어서, 상기 응축부는 상기 제2 수거용기에 대응하여 배치된 금속망을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 장치.

【청구항 27】

제11항에 있어서, 상기 관부는 상기 응축부 및 상기 펌프 사이에 배치되고 상기 연결부에 인접하게 배치되어 상기 연결부와 열을 교환하는 열교환부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 장치.

【청구항 28】

제11항에 있어서, 상기 냉각기는 상기 응축부 내의 가스를 -20°C 내지 0°C 로 냉각하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 장치.

【청구항 29】

제11항에 있어서, 상기 펌프는 흡인된 가스를 정화하는 필터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 장치.

【청구항 30】

제29항에 있어서, 상기 필터는 활성탄 또는 면필터를 포함하는 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 장치.

【청구항 31】

제11항에 있어서, 상기 이송하는 가스는 정상류(Laminar Flow)인 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 방법.

【청구항 32】

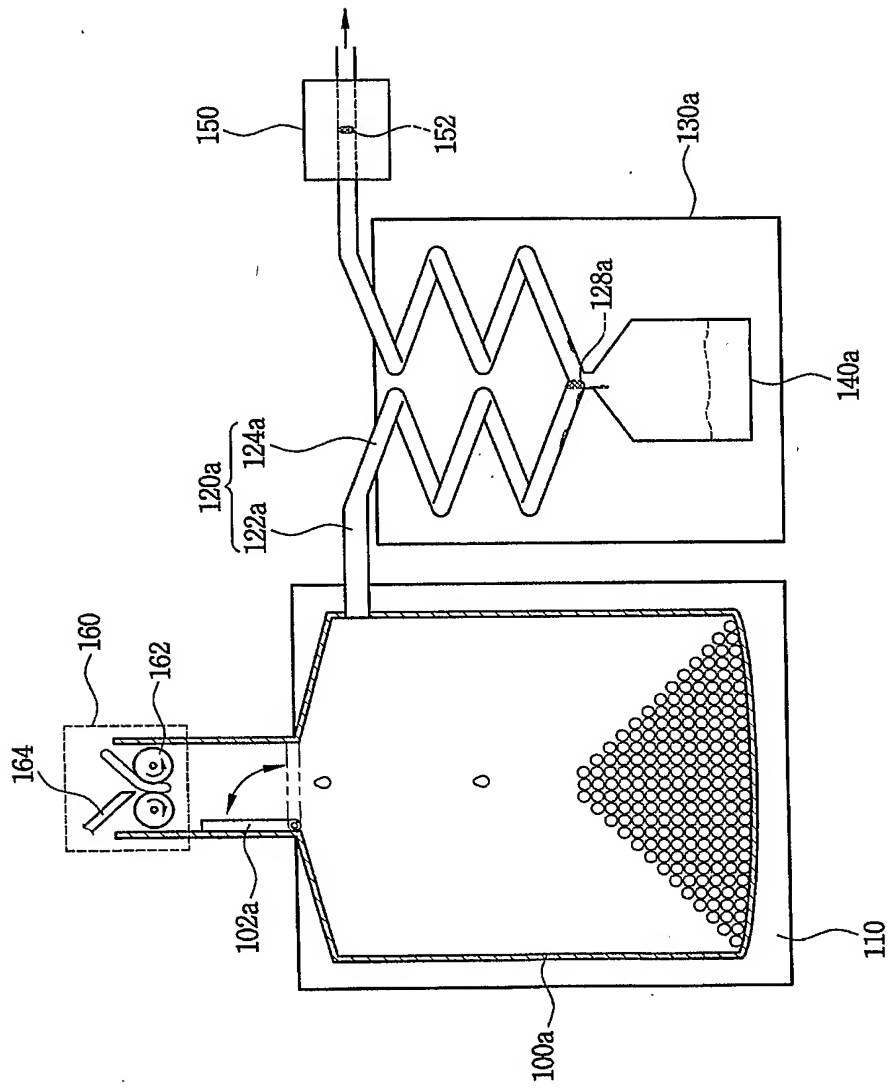
제31항에 있어서, 상기 펌프의 토출량(Specified Capacitor)은 100 ℓ /min 이하인 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 방법.

【청구항 33】

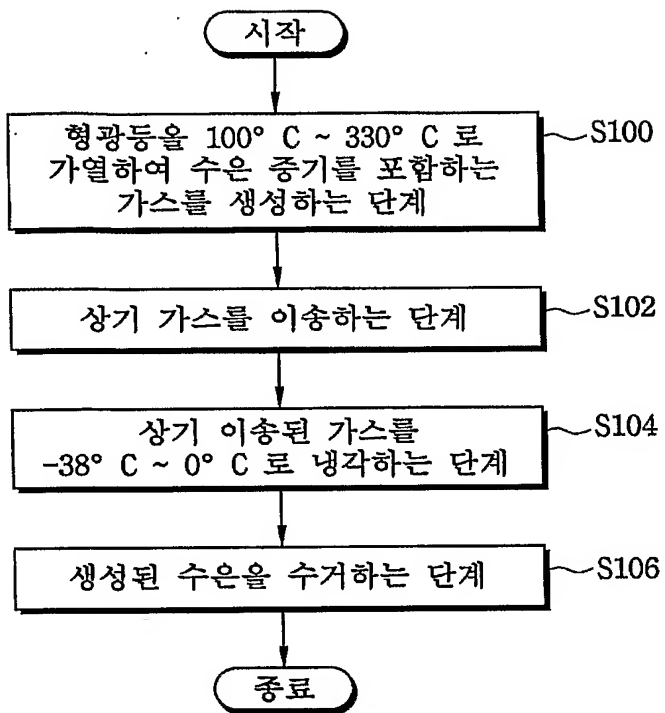
제11항에 있어서, 상기 펌프는 로타리 펌프(Rotary Pump)인 것을 특징으로 하는 폐형광등 재처리 장치.

【도면】

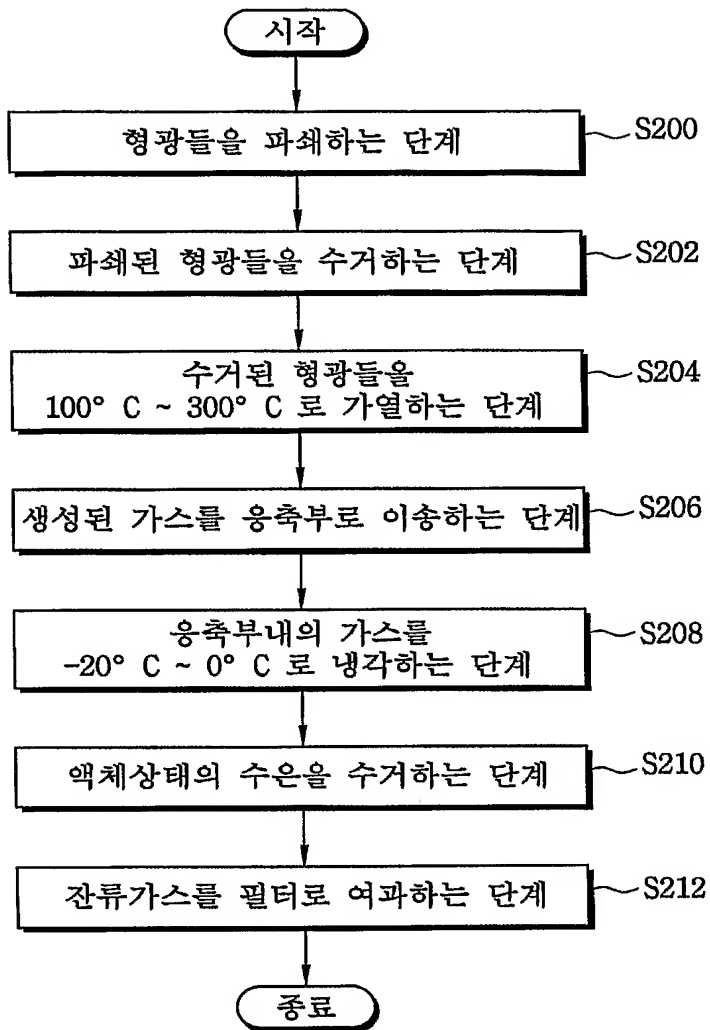
【도 1】



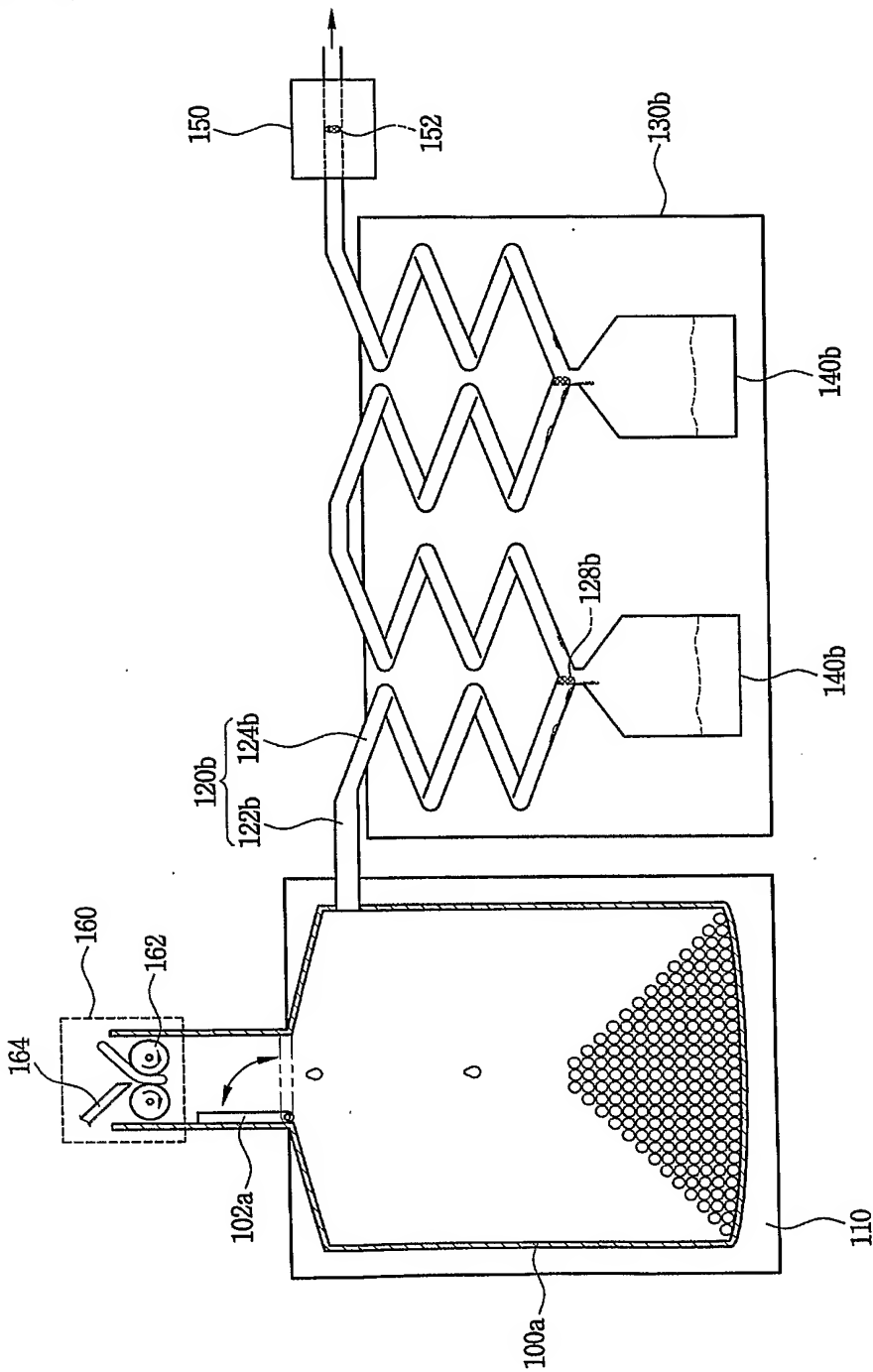
【도 2】



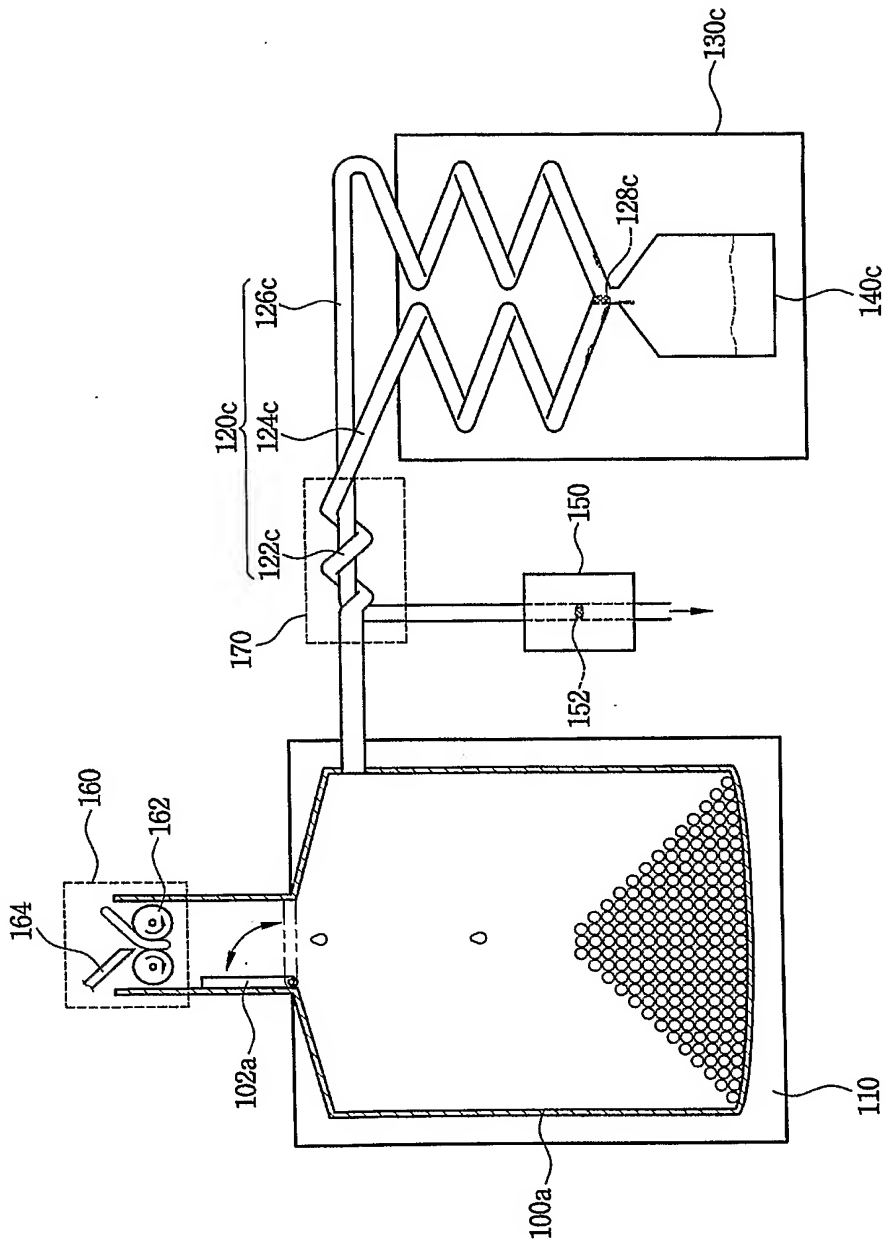
【도 3】



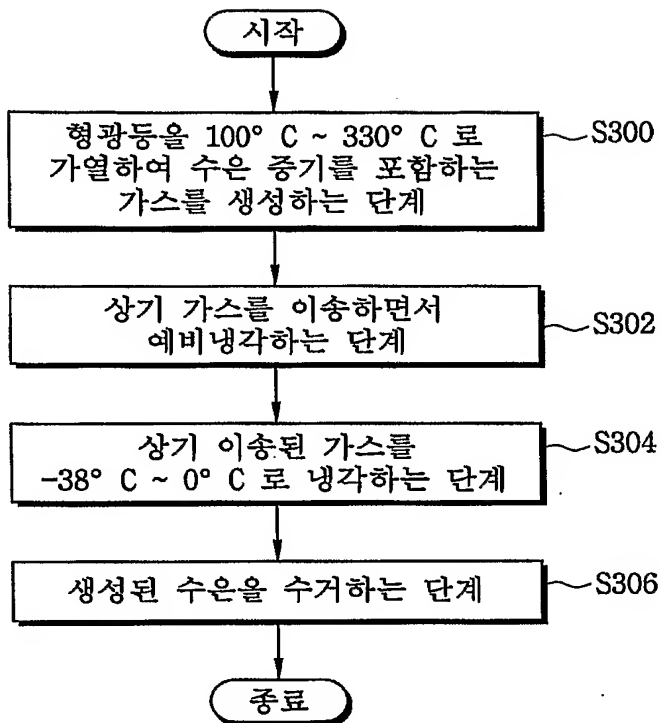
【도 4】



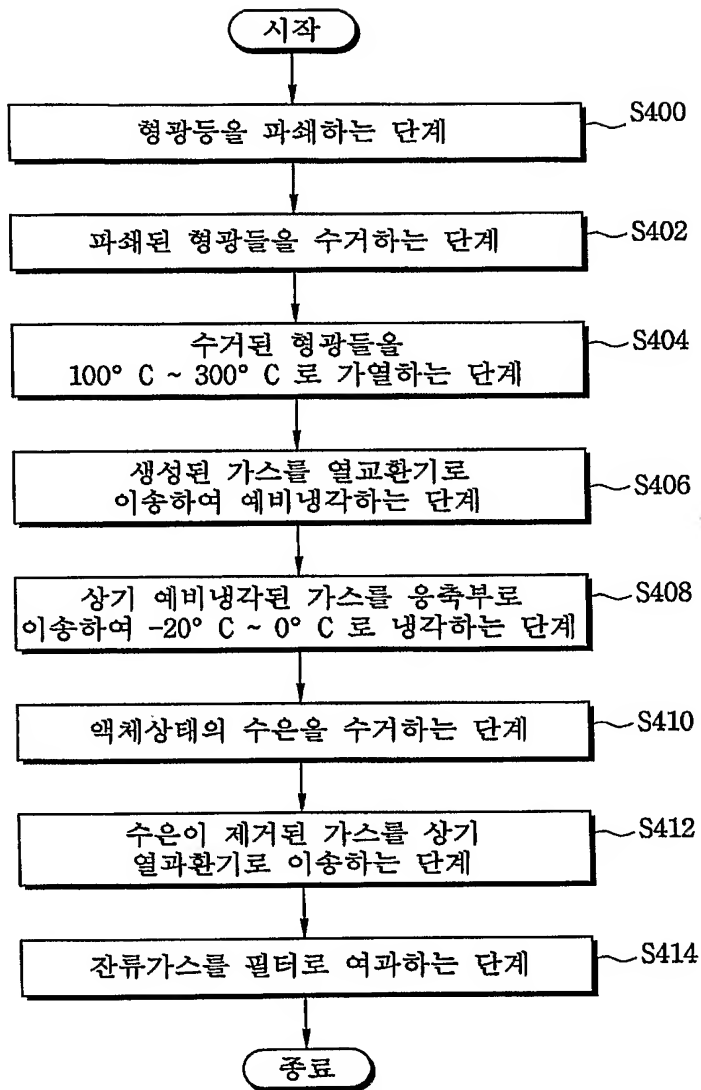
【도 5】



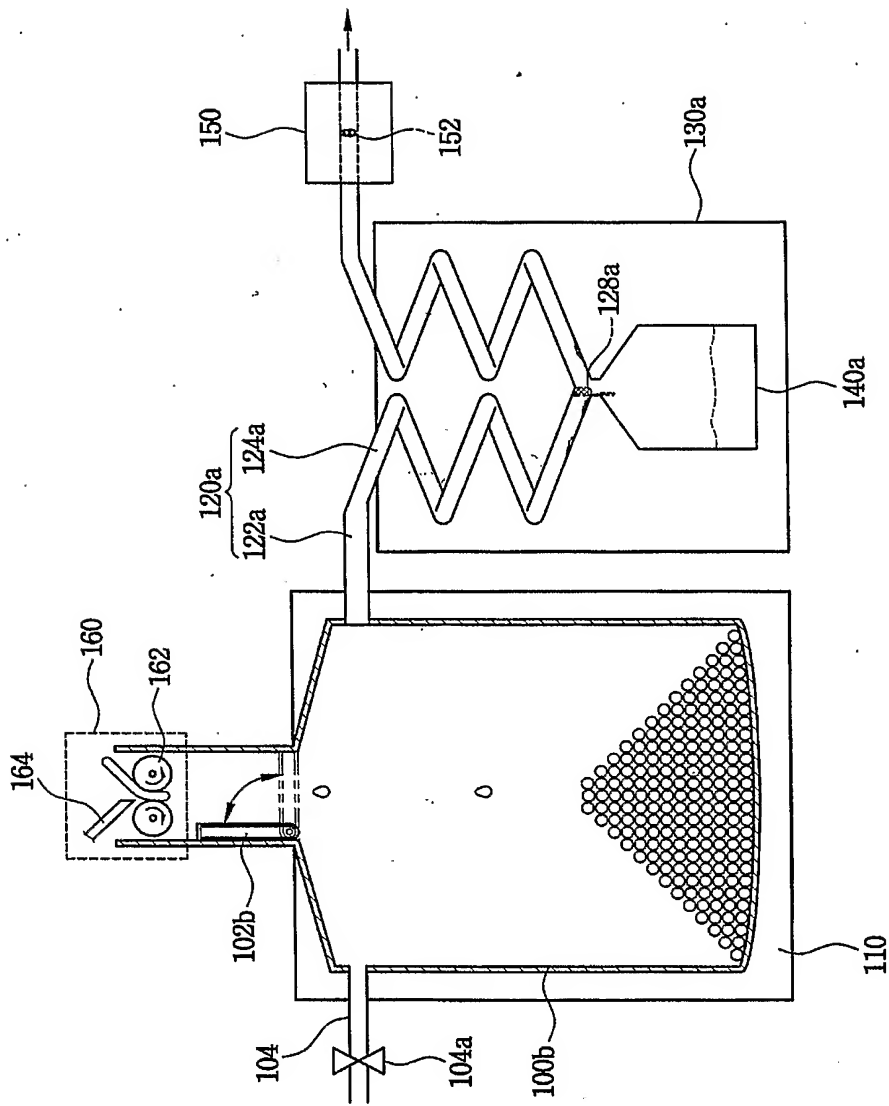
【도 6】



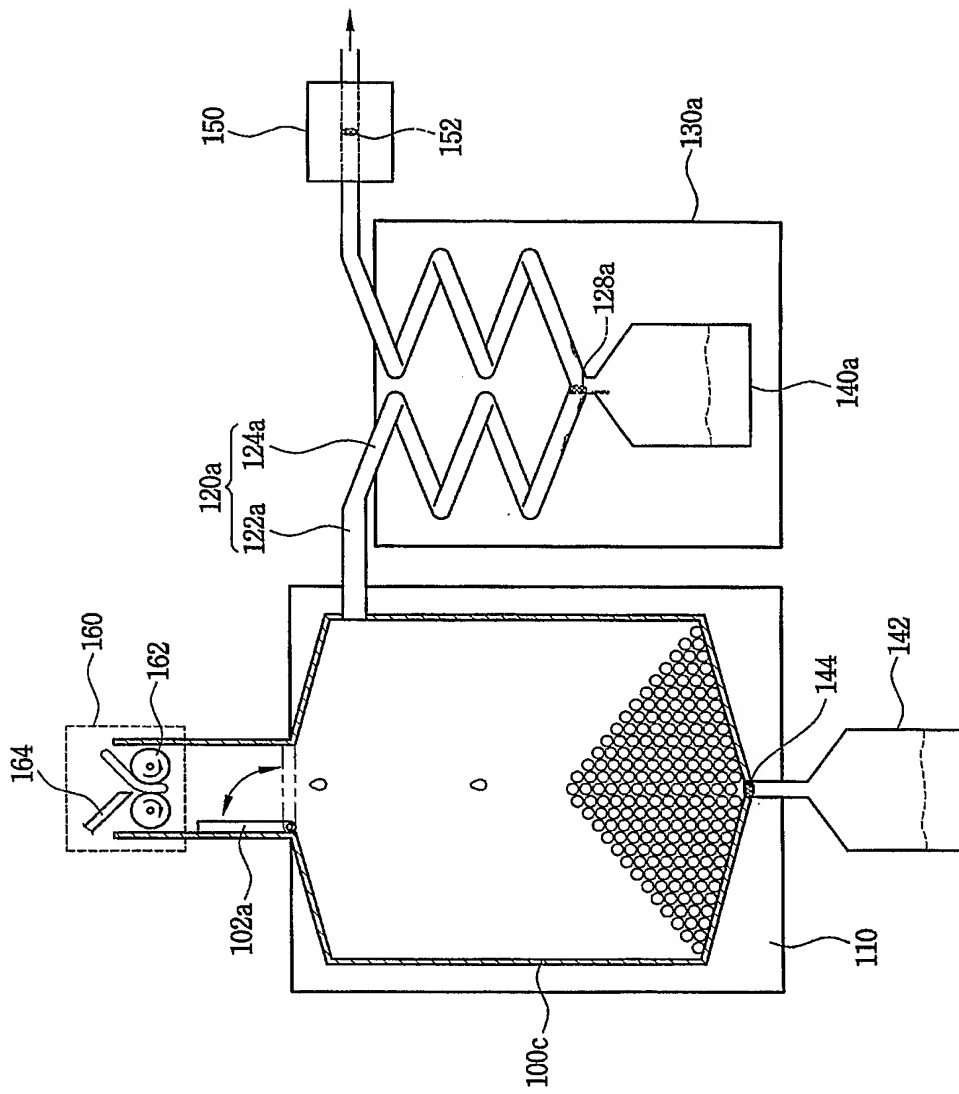
【도 7】



【도 8】



【도 9】



【도 10】

